

НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ Ap-ЗВЕЗД

В. С. Лебедев, В. В. Соколов

Неоднородность поверхности Ap-звезды в виде двух однородных колец приводит к спектральным изменениям, которые можно интерпретировать как большое число «пятен».

The inhomogeneity of the surface of Ap-stars in the form of two homogeneous rings leads to spectral changes which can be interpreted by a large number «spots».

Для объяснения фотометрической, спектральной и магнитной переменности магнитных и пекулярных звезд привлекается модель наклонного ротатора, в которой переменность обусловлена неоднородным распределением физических условий по поверхности звезды и ее вращением вокруг оси, составляющей ненулевой угол с лучом зрения. По наблюдаемым изменениям можно найти распределение по поверхности физических условий. Наиболее распространена следующая процедура: наблюдаемые спектральные линии разделяют на компоненты, приписываемые излучению отдельных локальных неоднородностей («пятен»); для каждой компоненты строят графики изменения лучевой скорости и эквивалентной ширины с фазой; по этим графикам оцениваются координаты «пятен», их размеры и локальные эквивалентные ширины. Количество находимых таким образом «пятен» в некоторых случаях оказывается больше десяти [1]. Нам кажется, что настаивать на существовании такого большого числа неоднородностей («пятен») можно только после тщательной и многосторонней проверки методики их выделения.

В этой работе мы попытались промоделировать на ЭВМ процесс наблюдения и нахождения неоднородностей («пятен»). При этом оказалось, что наблюдаемую переменность Ap-звезд можно объяснить не только большим числом «пятен», но и одной-двумя однородными кольцевыми зонами, симметрично расположенными относительно некоторой оси.

Нами была создана программа, позволяющая рассчитывать контуры спектральных линий жестко вращающихся звезд с произвольной неоднородной поверхностью. Для вычисления функции источника в линии, а также интенсивности выходящего излучения использовалась программа и квадратурная формула, описанные в [2]. Был проведен расчет контуров спектральных линий для случая, когда неоднородность поверхности имеет вид двух колец, центры которых расположены на одной оси, наклоненной на некоторый угол к оси вращения. На рис. 1 приведены контуры линий в различных фазах звезды, вращающейся с экваториальной скоростью 50 км/с вокруг оси, составляющей угол 30° с лучом зрения. Ось симметрии наклонена на угол 60° к оси вращения, а радиусы двух одинаковых колец составляют 30 и 60° для внутренней и внешней границ соответственно. При этом локальный излучаемый элементом поверхности контур характеризуется следующими величинами: центральной длиной волны $\lambda_0 = 4000 \text{ \AA}$, центральной остаточной интенсивностью $\bar{r}_0 = 0.17$, полушириной $\Delta\lambda_{1/2} =$

$=0.8 \text{ \AA}$ и эквивалентной шириной $W_\lambda=0.36 \text{ \AA}$. Разделяя полученные контуры на компоненты и строя график изменения их лучевых скоростей с фазой, получаем (рис. 2) четыре «пятна» для случая «а», в котором локальный контур характеризуется значениями, указанными выше, и восемь «пятен» для случая «б», в котором локальный контур характеризуется значениями: $\lambda_0=4000 \text{ \AA}$, $r_0=0.22$, $\Delta\lambda_{1/2}=0.25 \text{ \AA}$, $W_\lambda=0.18 \text{ \AA}$. На рис. 3 приведены кривые изменения эквивалентных ширин с фазой. Обе кривые описывают изменение полной эквивалентной ширины наблюдаемой линии; амплитуды изменения W_λ и ширины максимумов зависят от ширины локального контура — не наблюдаемой характеристики. Такое поведение (вернее, близкое к этому) обнаруживает эквивалентная ширина линии КСа II у звезды $\alpha^2 \text{ CVn}$ [3].

Аналогичные расчеты были проделаны и для других (менее благоприятных для наблюдения) ориентаций звезды, размеров и положений колец.

Отметим, что авторы [3] обосновали наличие кольцевой структуры и неоднородностей распределения химических элементов у звезды $\alpha^2 \text{ CVn}$ (см. результаты работы [3], например, по Са II). В работе [4]

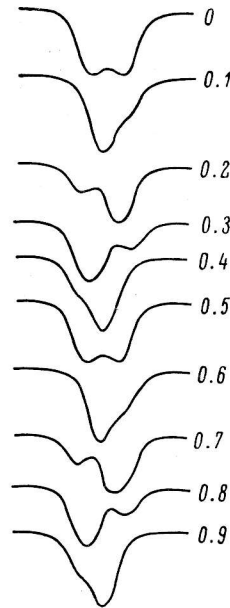


Рис. 1. Контурсы спектральной линии в зависимости от фазы для случая широкого локального контура.

также отмечено, что неоднородность химического содержания в форме кольца наблюдательно проявляется как два «пятна». Наши результаты подтверждают вывод о том, что наблюдения спектральной переменности некоторых

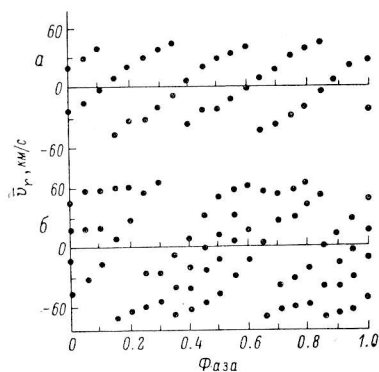


Рис. 2. Лучевые скорости отдельных компонент линии.

а — для широкого, б — для узкого локального контура.

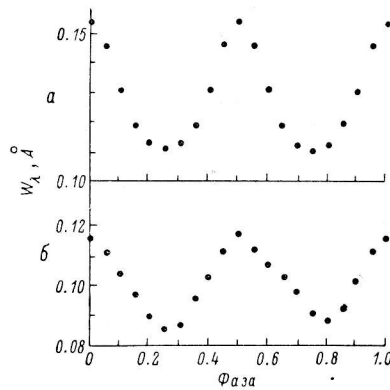


Рис. 3. Изменение общей эквивалентной ширины с фазой.

а — для широкого, б — для узкого локального контура.

Ар-звезд можно описать моделью с более симметричным распределением неоднородностей, которое можно связать с некоторой глобальной структурой магнитного поля. Кроме того, моделирование показало возможность разделить наблюдаемый контур на «ложные» компоненты. По-видимому, это и происходит при обработке реального (зашумленного) контура линии.

В заключение отметим другой аспект проблемы, а именно что имеющиеся наблюдения не позволяют получить однозначную геометрическую

картину явления. Необходимы наблюдения с более высокими спектральными и временными разрешениями, а также с лучшей фотометрической точностью. На необходимость таких наблюдений ранее указывалось в [5].

Список литературы

1. Магнитные Ap-звезды. Под ред. И. А. Асланова. Баку, «ЭЛМ», 1975. 136 с.
2. Снежко Л. И. К методике расчета контуров линий поглощения. — Сообщ. САО, 1971, 3, с. 3—16.
3. Копылов И. М., Кумайгородская Р. Н. Спектрофотометрическое исследование магнитно-переменной звезды α^2 CVn по спектрограммам высокого разрешения. II. — Астрофиз. исслед. (Изв. САО), 1972, 4, с. 50—68.
4. Krause F., Oetken L. On equatorially symmetric models for magnetic stars as suggested by dynamo theory. — In: Physics of Ap-stars. Proceed IAU Coll., No 32, Ed. W. W. Weiss, H. Jenkner, H. J. Wood. Vienna, Austria, 1976, p. 29—36.
5. Хохлова В. Л. Возможности и ограничения метода локализации пятен на поверхности Ap-звезд по профилям спектральных линий. — Астрон. ж., 1975, 50, вып. 5, с. 950—955.